

METHOD AND APPARATUS FOR REDUCING BREATHING ARTIFACTS IN COMPRESSED VIDEO

Publication number: JP2002514023 (T)

Publication date: 2002-05-14

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

~ International: G06T3/40; G06T5/00; G06T9/00; H04N7/26; H04N7/36; H04N7/46; H04N7/50; (IPC1-7): G06T5/00; H04N7/24

~ European: G06T3/40; H04N7/26AAZ; H04N7/26ABC; H04N7/26ABG4; H04N7/26ABG; H04N7/26H30C; H04N7/26H30E5A; H04N7/26H30C; H04N7/26H50E5A; H04N7/26L2; H04N7/26L2D4; H04N7/26Z4; H04N7/26Z6; H04N7/30C; H04N7/46S; H04N7/50

Application number: JP20000547589T 19990507

Priority number(s): US19980084632P 19980507; US19980127451 19980731; WO1999US10204 19990507

Also published as:

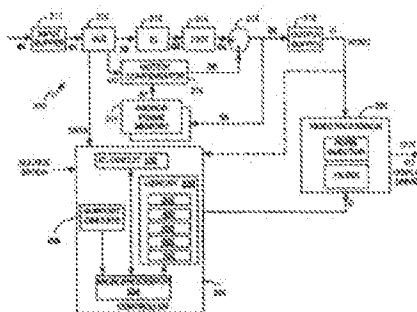
JP4334768 (B2)
WO9957685 (A1)
US6125147 (A)
EP1076885 (A1)
EP1076885 (B1)

[more >>](#)

Abstract not available for JP 2002514023 (T)

Abstract of corresponding document: **WO 9957685 (A1)**

A method and apparatus for reducing breathing artifacts in MPEG-like video information streams employing group of pictures (GOP) or group of frames (GOF) structures.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-514023

(P2002-514023A)

(43) 公表日 平成14年5月14日 (2002.5.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード [*] (参考)
H 0 4 N 7/24		G 0 6 T 5/00	3 0 0 5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/00	3 0 0	H 0 4 N 7/13	Z 5 C 0 5 9

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 46 頁)

(21) 出願番号 特願2000-547589(P2000-547589)
(86) (22) 出願日 平成11年5月7日(1999.5.7)
(85) 翻訳文提出日 平成12年11月7日(2000.11.7)
(86) 国際出願番号 PCT/US99/10204
(87) 国際公開番号 WO99/57685
(87) 国際公開日 平成11年11月11日(1999.11.11)
(31) 優先権主張番号 60/084, 632
(32) 優先日 平成10年5月7日(1998.5.7)
(33) 優先権主張国 米国 (US)
(31) 優先権主張番号 09/127, 451
(32) 優先日 平成10年7月31日(1998.7.31)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

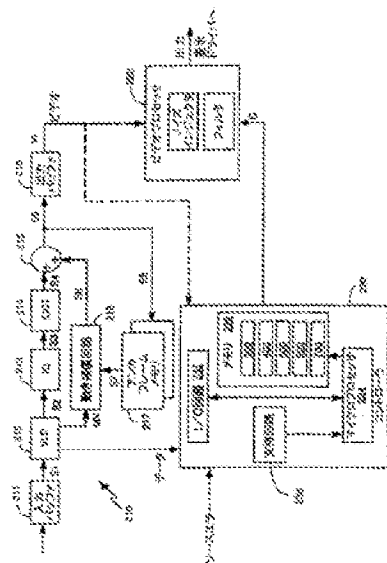
(71) 出願人 サーフ コーポレイション
アメリカ合衆国、ニュージャージー州
08543, プリンストン シーエヌ 5300,
ワシントン ロード 201
(71) 出願人 モトローラ・インコーポレイテッド
MOTOROLA INCORPORAT
ED
アメリカ合衆国イリノイ州シャンパーグ、
イースト・アルゴンクイン・ロード1303
(74) 代理人 弁理士 山田 行一 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮映像のブリージングアーチファクトを低減する方法および装置

(57) 【要約】

グループオブピクチャ (GOP) またはグループオブフレーム (GOF) 構造を用いた MPEG 的映像情報ストリームでのブリージングアーチファクトを低減する方法および装置。GOP 情報構造に従って配列された圧縮画像シーケンスの処理システムにおいて、GOP 間の視覚的アーチファクトを低減させる本発明による方法は、GOP 情報構造内の第 1 のタイプの情報フレームに対して、それぞれの忠実度劣化レベルを決定するステップと、GOP 情報構造内の第 2 のタイプの情報フレームに対して、それぞれの忠実度劣化レベルを決定するステップと、決定後の忠実度劣化レベルを用いて、劣化等化パラメータを計算するステップと、計算後の劣化等化パラメータを用いて、第 1 および第 2 のタイプの情報フレームが所定の範囲内の忠実度劣化レベルを有するように、第 1 および第 2 のタイプの情報フレームの 1 つを処理するステップとを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 グループオブピクチャ（GOP）情報構造に従って配列された圧縮画像シーケンスの処理システムにおいて、GOP間の視覚的アーチファクトを低減させる方法であって、

前記GOP情報構造内の第1のタイプの情報フレームに対して、それぞれの忠実度劣化レベルを決定するステップ（304）と、

前記GOP情報構造内の第2のタイプの情報フレームに対して、それぞれの忠実度劣化レベルを決定するステップ（304）と、

前記決定後の忠実度劣化レベルを用いて、劣化等化パラメータを計算するステップ（306）と、

前記計算後の劣化等化パラメータを用いて、前記第1および第2のタイプの情報フレームが所定の範囲内の忠実度劣化レベルを有するように、前記第1および第2のタイプの情報フレームの1つを処理するステップ（308）とを含む方法。

【請求項2】 前記第1のタイプの情報フレームが、イントラ符号化情報フレーム（Iフレーム）と前予測情報フレーム（Pフレーム）のうちの1つからなり、前記第2のタイプの情報フレームが、予測符号化情報フレーム（PフレームまたはBフレーム）からなる請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記忠実度劣化レベルは、ある量子化レベルに対して決定される請求項1記載の方法。

【請求項4】 前記第1のタイプの情報フレームが、前記第2のタイプの除法フレームよりも高い忠実度レベルを有し、前記処理ステップが、

前記第2のタイプの情報フレームと関連する量子化ノイズパラメータ Q_n を特徴化するステップ（408）と、

前記劣化等化パラメータに従って、前記特徴化された量子化ノイズパラメータをスケーリングするステップ（410）と、

前記第1の情報フレーム内に、前記スケーリングされた量子化ノイズパラメータに近い量子化ノイズを投入するステップ（412）とを含む請求項1記載の方法。

【請求項5】 前記GOP情報構造内の第3のタイプの情報フレームに対して、それぞれの忠実度劣化レベルを決定するステップと、

前記計算後の劣化等化パラメータを用いて、前記第1、第2および第3のタイプの情報フレームが所定の範囲内の忠実度劣化レベルを有するように、前記第3のタイプの情報フレームを処理するステップとをさらに含む請求項1記載の方法。

【請求項6】 グループオブピクチャ（GOP）情報構造に従って配列された圧縮映像情報フレームの復号システムにおいて、視覚的アーチファクトを低減させる方法であって、

GOP内の複数の前記圧縮映像情報の相対忠実度劣化レベルを決定するステップ（304）と、

前記決定後の相対忠実度劣化レベルを用いて、忠実度劣化等化パラメータを計算するステップ（306）と、

前記GOP内の1以上の圧縮映像情報フレームに、前記相対忠実度劣化レベルがしきい値レベルに下がるように、前記計算後の忠実度劣化等化パラメータを適用するステップ（308）とを含む方法。

【請求項7】 前記相対忠実度劣化レベルは、量子化レベル、圧縮映像情報のフレームタイプ、前記GOP内の前記圧縮映像情報フレームの相対位置、前記GOP内の前記圧縮映像情報フレームのスペクトル情報分布、および前記GOP内の前記圧縮映像情報フレームの鮮明度レベルの1つに対して決定される請求項6記載の方法。

【請求項8】 スペクトル情報分布を予測スペクトル分布と比較するステップ（608）と、

スペクトル分布等化パラメータを計算するステップ（622）と、

前記スペクトル分布等化パラメータを、前記スペクトル情報分布と前記予測スペクトル分布がしきい値レベル内になるように、前記GOPに適用するステップ（624）とをさらに含む請求項6記載の方法。

【請求項9】 グループオブピクチャ（GOP）情報構造に従って配列された圧縮映像情報フレームシーケンスの復号システムにおいて、

制御信号（C）に応答して映像情報フレーム（V I）を処理するビデオプロセッサ（220）と、

前記映像情報フレームの忠実度の指標に応答して前記制御信号を発生するコントローラ（230）とを含む装置であって、

前記コントローラが、GOP内の複数の前記圧縮映像情報フレームの相対忠実度劣化レベルを決定し（304）、前記決定後の相対忠実度劣化レベルを用いて、忠実度劣化等化パラメータを計算し（306）、

前記ビデオプロセッサが、前記GOP内の1以上の映像情報フレームに、前記相対忠実度劣化レベルがあるしきい値レベルに下がるように、前記計算後の忠実度劣化等化パラメータを適用する（308）装置。

【請求項10】 前記ビデオプロセッサが、量子化ノイズを忠実度が比較的高い前記映像情報フレームに投入することで、忠実度が比較的高い映像情報フレームの忠実度レベルを下げる請求項9記載の装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

本発明は、1998年5月7日に出願された米国特許仮出願第60/084,632号の利益を享受するものである。

【0002】**【技術分野】**

本発明は、一般に、通信システムに関し、さらに詳しく言えば、符号化された情報ストリーム内の「ブリージング(breathing)」アーチファクト(artifact)を低減させる方法および装置に関する。

【0003】**【背景技術】**

さまざまな通信システムの中には、伝送しようとするデータを圧縮して、利用可能な帯域幅をさらに効率的に用いるものがある。例えば、動画像エキスパートグループ(MPEG:Moving Pictures Experts Group)は、デジタルデータ伝送システムに関する規格をいくつか公表している。第1は、MPEG-1として知られ、ISO/IEC規格11172と呼ばれるもので、その内容は本願明細書に援用されている。第2は、MPEG-2として知られ、ISO/IEC規格13818と呼ばれるもので、その内容は本願明細書に援用されている。高度テレビジョンシステム委員会(ATSC:Advanced Television System Committee))のデジタルテレビジョン規格書A/53には、圧縮デジタルビデオシステムについての記載があり、その内容は本願明細書に援用されている。

【0004】

上記に引用した規格には、固定長または可変長のデジタル通信システムを用いて、映像、音声およびその他の情報を圧縮・伝送するのに非常に適したデータ処理操作技術が説明されている。特に、上記に引用した規格および他の「MPEG的(MPEG-like)」規格および技術は、フレーム内符号化技術(ランレンクス符号化、ホフマン符号化等)とフレーム間符号化技術(前後予測符号化、動き補償等)とを用いて、映像情報を圧縮する。さらに詳しく言えば、ビデオ処理システムの場合、MPEGおよびMPEG的ビデオ処理システムは、フレー

ム内および／またはフレーム間の動き補償符号化を用いるか、または用いずに映像フレームに予測に基づいた圧縮符号化を行うことを特徴とする。

【0005】

通常のMPEGエンコーダでは、所定のグループオブピクチャ（GOP：group of pictures）に従って、複数の映像フレームからなる受信映像ストリームが符号化される。すなわち、受信映像ストリームが符号化されると、例えば、イントラ符号化フレーム（Iフレーム）、その後に1以上の前予測符号化フレーム（Pフレーム）および双方向（すなわち、前後）予測フレーム（Bフレーム）を発生する。

【0006】

残念ながら、動き補償技術が完全なものでないため、予測フレームまたはピクチャは、誤差伝播、編集粒状度の減少など、望ましくない視覚的アーチファクトを受けることがある。さらに、このような予測フレームを含むGOP構造も、このようなアーチファクトを受けてしまう。GOP構造内の個々のフレームの忠実度が、最初の高品質Iフレーム後に劣化する傾向にあるため、一連のGOPを表示すると、「フリーズング」として知られ、表示されるGOPの長さに関連する周期的な視覚的アーチファクトを発生してしまう。

【0007】

従って、上述した「フリーズング」アーチファクトを低減する方法およびその装置の提供が望まれていることが分かる。

【0008】

【発明の開示】

本発明は、グループオブピクチャ（GOP）またはグループオブフレーム（GOF）構造を用いて、MPEG的映像情報ストリームでのフリーズングアーチファクトを低減する方法および装置に関する。さらに詳しく言えば、グループオブピクチャ（GOP）情報構造に従って配列された圧縮画像シーケンスの処理システムにおいて、GOP間の視覚的アーチファクトを低減させる本発明による方法は、GOP情報構造内の第1のタイプの情報フレームに対して、それぞれの忠実度劣化レベルを決定するステップと、GOP情報構造内の第2のタイプの情報フ

フレームに対して、それぞれの忠実度劣化レベルを決定するステップと、決定後の忠実度劣化レベルを用いて、劣化等化パラメータを計算するステップと、計算後の劣化等化パラメータを用いて、第1および第2のタイプの情報フレームが所定の範囲内の忠実度劣化レベルを有するように、第1および第2のタイプの情報フレームの1つを処理するステップとを含む。

【0009】

本発明の教示は、添付の図面と共に以下の詳細な記載により容易に理解されよう。

【0010】

理解しやすいように、図面に共通の同一要素を指す場合同一の参照番号を用いている。

【0011】

【発明を実施するための最良の形態】

本発明は、例えば、ATSCテレビジョン受像機等のデジタルテレビジョン(DTV)受像機内において、例えば、MPEG-2ビデオデコーダ等のビデオデコーダに関して記載される。しかしながら、本発明は、DVB、MPEG-1およびその他の情報ストリームに適用されるシステムを含む任意のビデオ処理システムに応用可能であることは、当業者には明らかであろう。

【0012】

さらに詳しく言えば、本発明は、圧縮映像情報ストリームINを受信復号して、映像出力ストリームOUTを発生させるMPEG的復号化システムに関して主に記載される。本発明は、グループオブピクチャ(GOP)情報構造を利用する映像または画像処理システムの場合、視覚忠実度レベルがGOP間で変化するとGOPの出現の割合で視覚忠実度が変調することによって生じる「ブリージング」アーチファクトを低減するように動作する。しかしながら、グループオブピクチャ(GOP)またはグループオブフレーム(GOF)情報構造内に異なるインターフレーム忠実度レベルを有する他の情報システムにも広範囲に応用可能であることは、当業者には明らかであろう。

【0013】

図1 Aから図1 Cは、グループオブピクチャ（GOP）内のビデオ忠実度に関連する1以上のパラメータの相対的なフレーム毎の劣化を示すグラフである。GOP内でこのようなフレーム毎の劣化が生じて視覚忠実度が周期的に増大およびまたは減少すると、前述したブリージングアーチファクトが発生する。視覚忠実度の周期的な増大および／または減少が十分大きいものであれば、GOPを含む映像のシーケンスがディスプレイ装置上に出現すると、視聴者がブリージングアーチファクトに気付くようになる。

【0014】

例えば、視覚忠実度がGOP内で著しく変化する（例えば、IフレームとBフレーム間の量的差が大きい）15フレームGOPにより配列されたMPEG的映像情報からなる映像情報ストリームにตอบสนองして、30フレーム／秒（fps）の出現／表示システムの場合を考えてみる。GOPは、1枚のIフレームと多数枚のBフレームからなるため、表示映像が0.5秒毎（15フレーム（GOP／30fps））に高忠実度のIフレームで始まり、その後多数の比較的低忠実度のBフレーム（および、一般に、Pフレーム）が続く。このように一連の画像が表示されると、GOP内のフレーム間忠実度が変化することにより、1／2秒周期の脈動（すなわち、ブリージング）特徴を示すことがある。

【0015】

本願発明者等は、ブリージングアーチファクトの主要な原因を、1）GOP内の量的レベルのフレーム間の差と、2）GOP内の半ピクセル動き推定誤差の伝播と、3）GOPを処理するデコーダ（またはその特徴）により導入される忠実度の不調和とに特定した。ブリージングアーチファクトを発生させるこれら3つの原因を解消する本発明の実施形態を以下に記載する。

【0016】

図1 Aは、1枚のIフレームの後に10枚のPフレームが続くGOP内の映像「鮮明度」がフレーム毎に劣化する様子を示したグラフである。鮮明度は、正確なエッジの出現と高コントラストの輝度転移に重要な高周波数応答の関数である。さらに詳しく言えば、図1 Aは、連続した3つのGOP（参照番号101）と、それに対応させてGOPの各フレームの鮮明度レベルを線図（参照番号102

）を示す。この図から、映像画像の鮮明度が、GOPの各Iフレームで最大になり、連続したPフレームのそれぞれで鮮明度が均等に逓減していることが分かる。GOPの表示速度に一致する速度で鮮明度レベルが次第に劣化し高速に増大することによって、ブリージングアーチファクトが発生する。

【0017】

図1Aにおいて、連続したPフレームのそれぞれで鮮明度が均等に逓減する原因は、GOPを処理するデコーダの動き補償回路内での半ピクセルの補間である。半ピクセル補間回路は、予測されたマクロブロックまたはピクセルグルーピングを低域フィルタリングするように動作する。図1Aに示す鮮明度レベルの劣化が比較的線形であるのは、GOP内のPフレームを用いて、半ピクセル補間誤差がほぼ一定であると仮定しているためである。図の斜線部分は、各Pフレームが下降している間の誤差の統計的な帯域を示す。各Iフレーム（ I_1 、 I_2 、 I_3 ）は鮮明度の最大レベルが同じものをもつとして示されているが、Iフレームの鮮明度レベルは、GOPに割り当てられるビットバジェットを含む多くの要因に基づいたエンコーダの速度コントローラにより最初決定される。従って、Iフレームの鮮明度レベルと一般的な視覚忠実度は、エンコーダでの要求に依存して、必要に応じて変化する。

【0018】

図1Bは、1枚のIフレームで始まり、その後に繰り返し連続した3枚のBフレームと1枚のPフレームが続くフレームからなる12枚のフレームGOP内の映像鮮明度がフレーム毎に劣化する要素を示したグラフである。各Pフレームは、すぐ前にあるアンカフレーム（IフレームまたはPフレーム）を用いて予測されるため、Pフレームの鮮明度レベルの劣化は比較的線形であることが示されている。しかしながら、各Bフレームは、アンカフレーム（IフレームまたはPフレーム）を用いて予測されるため、2つの半ピクセル補間が各Bフレームと関連される。従って、各Bフレームは、Bフレームの予測に用いる最も不正確な参照フレームよりも半ピクセル低い鮮明度レベルをもつものとして示されている。この図から分かるように、映像画像の鮮明度は、GOPの各Iフレームで最大になり、GOP内の連続したフレームのそれぞれで鮮明度が可変量で劣化している。

GOP表示速度と一致する速度で、鮮明度レベルが可変量で劣化し高速に増大することによって、ブリージングアーチファクトが発生する。

【0019】

図1Bにおいて、第1のIフレーム(I₁)は、最大値(max)の鮮明度レベルをもつものとして示されている。このIフレームの後に続く第1のPフレームは、最大値よりも1/2ピクセル低い鮮明度レベルをもつものとして示されている。第1のIフレームと第1のPフレームを用いて予測された3枚のBフレームは、Pフレームの鮮明度レベルよりも1/2ピクセル低い鮮明度レベルをもつものとして示されている。同様に、第1のフレームの後に続く第2のPフレームは、第1のPフレームの鮮明度レベルよりも1/2ピクセル低い鮮明度レベルをもち、第1のフレームから予測される。従って、第1のPフレームと第2のPフレームを用いて予測されるBフレームは、第2のPフレームの鮮明度レベルよりも1/2ピクセル低い鮮明度レベルを有する。

【0020】

図1Cは、1枚のIフレームで始まり、その後に繰り返し連続した3枚のBフレームと1枚のPフレームが続くフレームからなる12枚のフレームGOP内のフレーム毎の量子化レベル（すなわち、粒状度）を示すグラフである。Iフレームが一般に、Pフレームよりも細かい量子化レベルで符号化され、Pフレームが一般に、Bフレームよりも細かい量子化レベルで符号化されるため、図1Cには、GOP構造を用いて発生する映像画像の量子化レベルの変化が示されている。この図から見てとれるように、量子化レベルは、最初のIフレーム(I₁)で良好なレベルで始まり、Bフレームでより粗いレベルに劣化し、Pフレームではそれらの間にある粗さのレベルに劣化している。従って、均等な量子化粒状度レベルを含む図1Cに示されたGOP構造を用いて発生させた映像画像は、個々の映像フレームを発生させるために用いるGOP構造内のフレームタイプに基づいて、忠実度が増減する。また、このように変化または変調することで、前述のブリージングアーチファクトに寄与する。

【0021】

図2は、本発明によるMPEG的デコーダ200の実施形態を示す図である。

さらに詳しく言えば、図2のデコーダ200は、圧縮映像情報ストリームINを受信・復号して、映像出力ストリームOUTを発生する。映像出力ストリームOUTは、例えば、表示装置（図示なし）内にある表示ドライバ回路に結合するのに適している。MPEG的デコーダ200は、圧縮映像情報フレームIN内の情報フレーム（例えば、映像または画像フレーム）と関連する忠実度表示パラメータを調べて、その結果得られた圧縮解除された情報ストリーム（例えば、映像ストリーム）が前述のブリージングアーチファクトを示しそうか否かを決定する。ブリージングアーチファクトが存在する傾向にあるという決定に応じて、MPEG的デコーダ200は、ブリージングアーチファクトを減衰させるように復号情報ストリームを修正する。本発明は、圧縮映像ストリームIN（圧縮映像ストリームIN内の情報以外）を形成するエンコーダの様子を知らなくとも動作できる。

【0022】

図2のMPEG的デコーダ200は、ビデオデコーダ210、ビデオプロセッサ220およびコントローラ230を備える。ビデオデコーダ210は、圧縮映像情報ストリームINを受信・復号するように比較的標準的に動作して、復号映像ストリームV1を発生する。圧縮解除された映像ストリームV1は、上述したように、GOP内のフレーム間忠実度の変動や、ビデオデコーダ210自体の不調和（または特徴）により生じるブリージングアーチファクトを受けやすい。圧縮解除された映像ストリームV1は、ビデオプロセッサ220および、任意に、コントローラ230に結合される。

【0023】

コントローラ230で出力される劣化制御信号Cに応答して、ビデオプロセッサ220は、復号映像ストリームV1内に1枚以上のフレームの劣化レベルを適応させて、映像出力ストリームOUT、例えば、ベースバンドデジタル映像ストリームを発生する。

【0024】

ビデオプロセッサ220は、以下により詳細に記載するように、いくつかの劣化モードの1つで動作する。簡潔に言えば、ノイズ投入動作モードにおいて、ビ

デオプロセッサ220は、ある量のノイズ（コントローラ230で決定される）を、有効な量子化レベルが減少されるように意図されたより高い忠実度の画像フレーム（例えば、Iフレーム）内に投入する。この動作モードでは、フレーム間量子化レベル（例えば、図1Cに示すように）の差が大きいことにより生じるブリージングアーチファクトが、フレーム間量子化レベルの差をしきい値差レベルまで縮めることによって低減される。フィルタ動作モードでは、ビデオプロセッサは、低域フィルタリング（LPF）と高域フィルタリング（HPF）を、GOP内の1以上の画像フレームまたは画像フレームタイプに選択的に適用する。この動作モードでは、予測誤差の伝播により生じるブリージングアーチファクトが、GOP内のすべての画像フレームの中で鮮明度の劣化量を等化するように各画像フレームをフィルタリングすることにより低減される。他の動作モードを以下に記載する。

【0025】

コントローラ230は、圧縮映像入力ストリームエンド内の映像フレームに関する量子化レベル、フレームタイプ、GOP位置およびその他の情報を表すビデオデコーダ210からの忠実度表示パラメータ信号DATAを受信する。任意に、コントローラ230は、圧縮解除された映像ストリームV1を受信する。さらに、コントローラ230は、任意に、供給源（すなわち、エンコーダ）で圧縮映像情報ストリームINに与えられた誤差を表す信号SOURCE ERRORを受信する。

【0026】

コントローラ230は、忠実度表示パラメータ信号DATAを処理し、任意に、圧縮解除された映像ストリームV1を処理して、圧縮映像情報ストリームINからなる1以上のGOP内の1以上の画像フレームまたは画像フレームタイプと関連する視覚的忠実度の劣化レベルを決定する。

【0027】

次いで、コントローラ230は、画像フレームまたは画像フレームタイプの劣化レベルが、圧縮解除された映像ストリームV1が連続して出現することによりブリージングアーチファクトが発生しそうなものでないかを決定する。確認され

た劣化変動がブリージングアーチファクトを発生する傾向にあるものであれば（例えば、しきい値差レベルを超える等）、コントローラ230は、後に劣化制御信号Cとしてビデオプロセッサ220に結合される1以上の劣化等化パラメータを計算する。コントローラ230の動作を図3に関して以下により詳細に記載する。

【0028】

図2のMPEG的デコーダ200の例示的实施形態では、ビデオデコーダ210は、入力バッファメモリモジュール211、可変長デコーダ（VLD）モジュール212、逆量子化回路（IQ）モジュール213、逆離散コサイン変換（IDCT）モジュール214、加算器215、動き補償モジュール216、出力バッファモジュール218およびアンカフレームメモリモジュール217を備える。

【0029】

入力バッファメモリモジュール211は、例えば、トランスポートデマルチプレキサ／デコーダ回路（図示せず）からの高精度テレビジョン信号（HDTV）または標準精度テレビジョン信号（SDTV）等を表す、例えば、可変長符号化ビットストリーム等の圧縮映像ストリームINを受信する。入力バッファメモリモジュール211は、可変長デコーダモジュール212が処理用の映像データの受け入れ準備ができるまで、受信した圧縮映像ストリームINを一時的に格納するために使用される。VLD212は、入力バッファメモリモジュール211のデータ出力端に結合される入力端を有し、例えば、データストリームS1として格納された可変長の符号化映像データを引き出す。

【0030】

VLD212は、引き出したデータを復号して、量子化予測誤差DCT係数からなる一定長のビットストリームS2と、動きベクトルストリームMVを発生する。IQモジュール213は、一定長のビットストリームS2に応じて逆量子化動作を実行し、標準フォーマットで量子化予測誤差係数からなるビットストリームS3を発生する。IDCTモジュール214は、ビットストリームS3に応じて逆離散コサイン変換動作を実行して、ピクセル毎の予測誤差からなるビットス

トリームS4を発生する。これらの予測誤差（および関連する画像劣化）は、図1Cに関して上述したように、ピクセル情報のエンコード側の量子化により生じる。

【0031】

加算器215は、ピクセル毎の予測誤差ストリームS4を、動き補償モジュール216により出力された動き補償された予測ピクセル値ストリームS6に加算する。動き補償された予測ピクセル値ストリームS6は、図1Aから1Bに関して上述したように、現在のピクセル値を発生させるように使用する前予測の数に関連する予測誤差成分（および関連する鮮明度劣化）からなる。従って、例示の実施形態では、加算器215の出力は、図1Aから1Cに関して上述したように、量子化誤差と累積予測誤差の両方で劣化される再構築ピクセル値からなる映像ストリームS5である。

【0032】

加算器215により出力された映像ストリームS5（量子化誤差と予測誤差を含む）は、アンカフレームメモリモジュール217と出力バッファモジュール218に結合される。アンカフレームメモリモジュール217は、信号経路S7を介して動き補償モジュール216によりアクセスされる。動き補償モジュール216は、1以上の格納されたアンカフレーム（例えば、加算器215の出力で発生したIフレームまたはPフレームの最後のフレーム）と、VLD212から受信した動きベクトル信号MVを利用して、動き補償された予測ピクセル値ストリームS6の値を計算する。

【0033】

また、上述した映像デコーダ210は、例えば、圧縮映像入力ストリームエンド内の映像フレームに関する量子化レベル、フレームタイプ、GOP位置およびその他の情報を表す忠実度表示パラメータ信号DATAを発生する。さらに詳しく言えば、上記およびその他の忠実度表示パラメータは、標準的な方法でVLD212により圧縮映像情報ストリームINから抽出される。例えば、圧縮映像情報ストリームINがMPEG映像ストリームからなるものであれば、VLD212は、1以上の映像シーケンスヘッダ、GOPヘッダ、ピクチャヘッダ、スライ

スヘッダおよびマクロブロックヘッダに含まれる情報を調べる。抽出された情報は、忠実度表示パラメータ信号DATAとしてコントローラ230に結合される。

【0034】

図2のMPEG的デコーダ200の例示的实施形態では、コントローラ230は、マイクロプロセッサ234と、劣化等化ルーチン300、量子化等化ルーチン400、周波数等化ルーチン500の少なくとも1つを格納するメモリ238とを備える。これらのルーチンの動作を図3から5に対して以下に詳細に記載する。マイクロプロセッサ234は、電源、クロック回路、キャッシュメモリ等の従来の支持回路236と、ソフトウェアルーチンの実行を補助する回路と協働する。また、ソフトウェアプロセスとして本願明細書に記載するプロセスステップの中には、例えば、マイクロプロセッサ234と協働してさまざまなステップを実行する回路としてハードウェア内で実行されてもよいものがあることが考えられる。また、コントローラ230は、マイクロプロセッサ234、ビデオデコーダ210およびビデオプロセッサ220間のインターフェースを形成する入出力回路232を含む。コントローラ230は、本発明に従って特定の制御機能を実行するようにプログラムされる汎用コンピュータとして記載されているが、本発明を特定用途向けIC（ASIC）としてハードウェア内で実行可能である。さらに、コントローラ230は、ビデオプロセッサ220とビデオデコーダ210のいずれか一方またはその両方と機能的に組み合わせてもよい。実際、本願発明者等により、図2のMPEG的デコーダ200の機能をほぼすべて備えた単一の集積回路が、単一の集積回路として実行されることが考えられている。

【0035】

図3は、映像信号のブリージングアーチファクトを低減させる本発明による劣化等化ルーチン300を示す。劣化等化ルーチン300は、コントローラ230内の制御ルーチンとしてか、または、記載しているように汎用計算機装置を備えていないコントローラ230の場合には、図2のMPEG的デコーダ200の協働モジュール間の論理関数として実行されるものであってよい。劣化等化ルーチン300は、例えば、図2のビデオデコーダ210が圧縮映像情報ストリームI

Nの受信を開始したときに、ステップ302で始まる。次いで、ルーチン300はステップ304に進む。

【0036】

ステップ304では、受信映像フレームまたは映像フレームタイプの相対劣化レベルが決定される。相対劣化レベルは、各映像フレームまたは映像フレームチップと関連する1以上のパラメータを求めて決定される。さらに詳しく言えば、フレーム量子化レベル（例えば、フレームマクロブロックの平均）、フレームタイプ、GOP内のフレーム位置、フレームスペクトル等の1以上のさまざまな画像または映像フレームパラメータが分析されて、ある特定のフレームに関連する劣化レベルが決定されてもよい。次いで、特定の映像または画像フレームと関連する劣化レベルは、例えば、GOPからなるフレームと関連する名目または平均劣化レベルか、またはGOPからなるフレームのサブセットと比較される。このようにして、ある特定のフレームとGOPまたはサブGOP平均との劣化差が決定される。次いで、ルーチン300はステップ306に進む。

【0037】

ステップ306では、ステップ304で求めたフレームの一部またはすべての劣化レベルおよび／または劣化差を用いて、GOP内の1以上のフレームの1以上の劣化等化パラメータを計算する。例えば、忠実度が比較的高い（すなわち、劣化が比較的低い）GOP内のフレームは、ステップ304で分析された1以上のフレームパラメータの点から劣化されるため、GOP内の忠実度劣化のフレーム間差が、認知可能なブリージングアーチファクトとなるレベルかまたはそのレベルよりも下のレベルに抑制される。次いで、ルーチン300はステップ308に進む。

【0038】

ステップ308では、ステップ306で計算された劣化等化パラメータは、GOP構造内の1以上の適切なフレームに適用されるため、GOP構造内のインターフレーム劣化差は、適切に抑制される。映像または画像フレームの忠実度を劣化させることは一般に容易であるため（処理の複雑性等の点から）、適切なフレームは、比較的高い忠実度のレベルのフレームからなる。しかしながら、強化さ

れやすい忠実度パラメータの場合、適切なフレームは、忠実度レベルが比較的低いフレームからなるものであってよい。次いで、ルーチン300はステップ310に進む。

【0039】

ステップ310では、さらにフレームを処理すべきか否かの質問がなされる。ステップ310の質問の答えがYESであれば、ルーチン300はステップ304に進む。ステップ310の質問の答えがNOであれば、ルーチン300はステップ312に進み、終了する。

【0040】

劣化レベルを等化するために用いる1つの技術は、1以上の忠実度が比較的高い映像または画像フレームまたはフレームタイプをさらに劣化されることに留意されたい。例えば、GOP内のIフレームの忠実度の低下は、本発明の動作により効果的に低減または除去されたブリージングアーチファクトよりも視聴者に与える不快感はかなり少なくなることが本願発明者等により判明した。従って、GOPのGOFの1以上のフレーム内の視覚的、聴覚的、またはその他の情報の忠実度をシフトするかまたは選択的に減少させる点で妥協点を見出して、その結果の処理された情報ストリーム（例えば、映像出力ストリームOUT）は、情報消費者に優れた表示を与える。

【0041】

本発明は、劣化レベルを決定する方法（ステップ304）、劣化等化パラメータを計算する方法（ステップ306）および劣化等化パラメータを適用する方法（ステップ308）の1以上の方法を用いるものとされる。さらに詳しく言えば、本発明の一実施形態では、図3の劣化等化ルーチン300を適用して、GOP内の量子化レベルのフレーム間差をしきい値量子化差レベルまで下げる。量子化等化の実施形態は、映像または画像フレームの異なるタイプ（すなわち、Iフレーム、PフレームまたはBフレーム）間の量子化レベル差に関連するブリージングアーチファクトを減少させるのに特に適しており、それを図4に関して以下に記載する。

【0042】

本発明の別の実施形態では、図3の劣化等化ルーチン300を適用して、GOP内の周波数ドメインのフレーム間差をしきい値スペクトル差レベルよりも下まで下げる。周波数応答等化の実施形態は、動き予測誤差の伝播により、予測された映像または画像フレーム（すなわち、PフレームまたはBフレーム）に与える低域フィルタリング（すなわち、ピクチャの鮮明度の低下）に関するブリージングアーチファクトを低減するのに特に適しており、それを図5に関して以下に記載する。

【0043】

第1の方法は、各符号化映像フレームと関連する量子化レベルのパラメータを調べることを含む。通常、MPEGビデオデコーダ等のビデオデコーダは、忠実度が比較的高いIフレームから始まり、その次に忠実度が低減している1以上のPフレームとBフレームが続くGOP構造を発生する。GOP構造内の次のフレームを予測するために用いられることから、GOPの最初のIフレームを忠実度レベルが高い状態で符号化することが重要である。従って、一般に、良好な量子化レベルが、エンコーダ内の量子化回路で使用される。PフレームがGOP構造内のアンカフレームとして使用される（すなわち、Pフレームが次のPフレームと直前直後のBフレームを予測するために使用される）ため、Pフレームは、Bフレームで使用されるレベルよりも一般に優れたレベルで量子化される。前述したように、GOP内の量子化レベルが変動すると、望ましくないブリージングアーチファクトを生じる一因となる。従って、GOP構造内で量子化レベルを等化させるには、GOP内でIフレームおよび／または1以上のPフレーム等の有効な量子化レベルを高くする必要がある。量子化劣化等化の例を図4に関して以下に記載する。

【0044】

図4は、本発明による劣化等化ルーチン400を示す。さらに詳しく言えば、図4の劣化等化ルーチン400は、GOP内のIフレームとGOP内の複数のBフレーム間の量子化レベルの差に関する映像信号のブリージングアーチファクトを低減させるためのものである。ルーチン400は、GOP構造内の量子化レベルを適用することによって、GOP内のIフレームの忠実度が、例えば、GOP

内の複数のBフレームの平均忠実度レベルのしきい値忠実度レベル内まで下がる。劣化等化ルーチン400は、コントローラ230内の制御ルーチンとしてか、または、記載しているように汎用計算機装置を備えていないコントローラ230の場合には、図2のMPEG的デコーダ200の協働モジュール間の論理関数として実行されるものであってよい。

【0045】

劣化等化ルーチン400は、例えば、図2のビデオデコーダ210が圧縮映像情報ストリームINの受信を開始したときに、ステップ402で始まる。次いで、ルーチン400はステップ404に進む。

【0046】

ステップ404では、Iフレーム(Q_i)と関連する量子化パラメータが、例えば、処理されるGOP内のIフレーム内にある各マクロブロックの量子化レベルを平均化することによって決定される。さらに、Bフレーム(Q_b)と関連する量子化パラメータが、例えば、処理されるGOP内の1以上のBフレーム内にある各マクロブロックの量子化レベルを平均化することによって決定される。例えば、MPEGに従う映像ストリームのスライス層ヘッダ内で見つかる場合があり、1から31の整数(デフォルトテーブル等の一定の量子化回路テーブルが用いられると仮定した場合)であるMPEG変数quantizer__scaleに対して決定がなされてもよい。quantizer__scaleは、マクロブロック層でも調整可能であることに留意されたい。

【0047】

次いで、ルーチン400はステップ406に進み、Bフレーム Q_b と関連する量子化パラメータが、Iフレーム Q_i と関連する量子化パラメータ量子化パラメータと量子化パラメータしきい値量 Q_m の和よりも大きいかな否かについての質問がなされる。量子化パラメータしきい値レベル Q_m は、Bフレーム量子化パラメータ Q_b と、認知可能な量子化差となるブリージングアーチファクトを生じることがないIフレーム量子化パラメータ Q_i との間の最大値量子化パラメータの偏差を表すものである。

【0048】

ステップ406での質問の答えがYESであれば、ルーチン400はステップ408に進む。ステップ406の質問の答えがNOであれば、ルーチンはステップ414に進み、さらなるフレーム処理が必要な否かについての質問がなされる。ステップ414での質問の答えがYESであれば、ルーチン400はステップ404に進む。ステップ414の質問の答えがNOであれば、ルーチンはステップ416に進み、終了する。

【0049】

ステップ408では、IフレームとBフレーム内のノイズが特徴化される。すなわち、量子化パラメータ Q_i を有するIフレーム内と量子化パラメータ Q_j を有するBフレーム内で見つかるものとされるノイズ量は、ノイズ分配を発生する量子化レベル（すなわち、ステップサイズ）に対して決定される。

【0050】

Bフレーム内で見つかるものとされるさらなるノイズ量を決定する1つの方法は、BフレームDCT係数の量子化されたAC係数の出力密度関数（pdf）を求めて、参照フレーム（例えば、動き補償モジュールで使用されるアンカフレーム等）に対して同様に得られたpdfを減算することである。例示的实施形態では、DCT内の63個のAC係数のそれぞれに対してpdfが保持されている。ラプラシアン分布はAC係数の実際のpdfの良好な近似法であるため、例示的实施形態では、データを適合させるために好適なpdfとしてこのようなラプラシアン分布が用いられる。しかしながら、本発明を実行するさいに他の分布関数を用いてもよいことは、当業者には理解されよう。さらに、以下に記載するラプラシアンpdfにデータを適合させるために、いくつかの方法の任意の1つが用いられてもよい。

【0051】

式1に示されているように、pdf（すなわち、pdf（x））は、各量子化レベル（受信データから計算されたもの）の実際の確率と、pdfが求められるpdfである場合の量子化レベルの確率との差を最小限にする α を計算することによって求められる。

【0052】

【数1】

$$pdf(x) = \frac{\alpha}{2} e^{-\alpha|x|} \quad (式1)$$

すなわち、式2に示されているように、 α に対する最小化のさい、合計が量子化二値 B のすべてを超えるものである場合、 $p(B_i)$ は、受信信号の量子化二値の相対周波数であり、 B_{low} と B_{high} は、量子化二値の下限と上限である（すなわち、その値に量子化されるであろう最低値と最大値である）。

【0053】

【数2】

$$\sum_i \left(p(B_i) - \int_{B_{low}}^{B_{high}} pdf_{\alpha}(x) dx \right)^2 \quad (式2)$$

オリジナルの（量子化されていない）pdfが予測される分布に従うものであると仮定すると、式3に示されているように、誤差のpdfは、オリジナルと各量子化二値の再構築レベルとの間の差のpdfを加えて計算される。

【0054】

【数3】

$$error_pdf_{\sigma}(x) = \sum_i pdf_{\sigma}(x - rec(B_i)) \cdot \omega_{B_i}(x) \quad (式3)$$

$$\text{ここで、} \omega_{B_i}(x) = \begin{cases} B_{low} < x < B_{high} \text{ であれば、} 1 \\ \text{上記以外の範囲であれば、} 0 \end{cases}$$

ここで、 $rec(B_i)$ は、二値 B_i の再構築レベルである。

【0055】

次いで、 $error_pdf$ は、参照フレームの（同様に求められた） $error_pdf$ と比較され、適切な量のノイズが低ノイズフレームに追加されて、ブリージングアーチファクトを低減させる。追加されたノイズは、同等（またはより小さな）差を

有し、誤差pdfと同じpdfを有することもある。

【0056】

ステップ410では、ステップ408の特徴化されたBフレームノイズが、Iフレーム Q_i と関連する量子化パラメータに依存して適切なレベルにスケールリングされる。すなわち、すでに決定されたpdfは、 Q_i/Q_j の比率によりスケールリングされて、スケールリングされたpdfを発生する。

【0057】

次いで、ルーチン400はステップ412に進み、スケールリングされた特徴化ノイズがIフレームに投入される。本発明の一実施形態では、ステップ410で決定されたスケールリングされた量子化レベルの範囲内の乱数を投入することで、このようなノイズ投入を行う。このようにして、Iフレームと関連する有効量子化パラメータ Q_i は、Bフレーム Q_j と関連する量子化パラメータの Q_m 内の値を有する量子化パラメータまで低くする。

【0058】

図4のルーチン400が、IフレームとPフレーム、PフレームとBフレーム間の量子化レベル変動を同時または個別に処理するように適用されてもよいことに留意されたい。さらに、ルーチン400は、個別の各GOP上で動作するように示されているが、本願発明者等は、ルーチン400が複数のGOPで動作するように修正されてもよいとしている。例えば、圧縮映像ストリームINのビットレートが一定である場合、エンコーダで形成される各GOPの平均ビットバジェットは、ほぼ同じものである。しかしながら、情報ストリームのビットレートが可変である場合、エンコーダにより形成される各GOPのビットバジェットは、多少とも帯域幅がエンコーダによる使用が利用可能となるときに変化する。可変ビットレートの場合、GOP (Q_m) の平均量子化パラメータが、1以上の前後のGOPの平均量子化パラメータから、確実に1しきい値量を超える量変化しないように、さらなる変数が使用される。

【0059】

図5は、本発明によるGOP等化ルーチン500の流れ図を示す。さらに詳しく言えば、図5のGOP等化ルーチン500は、図1に関して上述したように、

GOP内の予測フレームの連続する半ピクセル補間で生じる映像信号のブリーディングアーチファクトを低減するためのものである。

【0060】

ルーチン500は、例えば、図2のビデオデコーダ210が圧縮映像情報ストリームINの受信を開始したときに、ステップ502で始まる。次いで、ルーチン500はステップ504に進み、GOP構造を用いて鮮明度関数が決定される。すなわち、GOP内のフレームタイプとGOP内のフレーム数に基づいて、伝播する画像鮮明度の劣化が求められる。例えば、すべてがIフレームからなるGOPには、半ピクセル補間による鮮明度の劣化がまったくない（予測が行われなため）。同様に、1枚のIフレームの後に、複数のPフレームとBフレームが続くGOPでは、半ピクセル補間によりある程度鮮明度の劣化が生じる。ステップ504で決定される鮮明度関数は、GOP内のフレーム位置および／またはフレームタイプの関数としてこのような鮮明度劣化の量を求めるものである。次いで、ルーチン500はステップ506に進む。

【0061】

ステップ506では、等化フィルタパラメータが計算される。等化フィルタパラメータは、GOP内の1枚以上のフレームと関連する低域および／または高域フィルタパラメータからなる。すなわち、鮮明度のベースラインレベルが選択される（例えば、GOP等において、最も鮮明度がひどく劣化したフレームで規定される最低鮮明度レベル、すべてのフレームの平均鮮明度レベルで規定される中間鮮明度レベル、または特定のフレームタイプ等）。等化フィルタパラメータは、フレームおよび／またはフレームタイプの位置に基づいて、GOP内の各フレームに対して決定されるため、GOP内のフレーム間での鮮明度の相対差が、図1に関して前述したように、しきい値レベルよりも下がる。次いで、ルーチン500はステップ508に進む。

【0062】

ステップ508では、計算された等化フィルタパラメータを用いて、必要であれば、GOP内の1以上のフレームを等化する。次いで、ルーチン500はステップ510に進み、さらなるGOPを処理する必要があるか否かの質問がなされ

る。ステップ510での質問の答えがNOであれば、ルーチン500はステップ512に進み終了する。ステップ510での質問の答えがYESであれば、ルーチン500はステップ504に進み、次のGOPに関連する鮮明度関数が計算される。すなわち、ルーチン500は次のGOPのそれぞれに繰り返される。GOP構造が固定されている場合、ステップ504で決定される鮮明度関数と、ステップ506で計算される等化フィルタパラメータは、次のGOPのそれぞれに対して再度使用されてもよい。

【0063】

本発明の一実施形態では、「トレーニングシーケンス」が利用されて、デコーダ自体により復号化された画像シーケンスに与えられる誤差を特徴化する。例えば、既知の要因により（例えば、受像機またはデコーダ内の動き補間フィルタにより）、復号化されたGOP内にゆがみが入れば、プリアンファシスフィルタがこの既知の要因を補償するように計算される。ゆがみを識別するために、スペクトル分析関数が利用される。すなわち、1以上の「一般的」な復号化された映像フレームからなるトレーニングシーケンスの実際のスペクトル特性が、「予測」されるスペクトル特性と比較される。次いで、引き続き復号化される映像フレームのスペクトル特性は、トレーニングシーケンスから得たフィルタに基づいて「補正」される。「予測」されるスペクトル特性は、第2のデコーダに対して決定されてもよいことに留意されたい。

【0064】

スペクトル補正フィルタの伝達関数は、周波数の関数として、予測されるスペクトルと実際のスペクトルの比率として決定される。これは信号の望ましい周波数応答である。フィルタは、例えば、有限インパルス応答（FIR）または無限インパルス応答（IIR）フィルタ等として実行されてもよい。例えば、本発明の一実施形態では、決定された伝達関数をほぼ満足するFIRフィルタの係数が計算され、逆にされて、所望の口数にウィンドウ生成される。その結果得られたFIRフィルタは、各復号化されたフレームを処理するように使用されるため、復号化されたフレームのスペクトル特性は、前述の「予測」されたスペクトル特性に近付くことによって、復号化された映像出力信号を等化することができる。

【0065】

図6は、本発明による劣化等化ルーチン600の流れ図を示す。さらに詳しく言えば、図6の劣化等化ルーチン600は、デコーダ自体にある不調和等により復号化された画像シーケンスに与えられるアーチファクトを低減させるためのものである。ルーチンは最初に、トレーニングシーケンスを用いてデコーダを特徴化する。トレーニングシーケンスは、「既知の良好な」デコーダを用いて前もって処理され、関連するスペクトル特性を有する出力画像シーケンスを発生する符号化された画像の「ゴールド符号」シーケンスからなる。このように、既知の良好な復号化されたゴールド符号の関連するスペクトル特性は、「予測スペクトル」と呼ばれる。

【0066】

ルーチン600は、ステップ602で始まり、ステップ604に進んで、トレーニングシーケンスが実行される。トレーニングシーケンスの実行のステップとして、符号化画像の既知の「ゴールド符号」シーケンスをデコーダ入力（例えば、スイッチまたはマルチプレックスユニット等を介して）に与えて、トレーニング情報ストリームを復号化させる。次いで、ルーチン600はステップ606に進み、復号化したトレーニング情報ストリームをスペクトル分析して、トレーニングシーケンススペクトルを発生する。次いで、ルーチン600はステップ608に進む。

【0067】

ステップ608で、ステップ606で計算したトレーニングシーケンススペクトルは、予測スペクトル（すなわち、既知の良好なデコーダにより出力されたような前もって計算された「ゴールド符号」映像トレーニングシーケンスのスペクトル）と比較される。広義には、トレーニングシーケンススペクトルと予測スペクトルとの差は、主にデコーダの動きの差により発生するため、デコーダにより復号化された映像情報ストリームに導入されるスペクトルの不調和は、半ピクセル補間または他のデコーダとは関係ない誤差発生源により復号化された映像ストリーム内に導入されたスペクトルの不調和とは隔離されてもよい。次いで、ルーチン600はステップ610に進む。

【0068】

ステップ610では、復号する映像情報ストリームのGOP構造が既知のもの（すなわち、非トレーニング圧縮映像シーケンス）であるか否かの質問がなされる。ステップ610での質問の答えがYESであれば、ルーチン600はステップ612に進み、トレーニングシーケンスGOPと復号する圧縮映像情報ストリームからのスペクトル分析されたGOPとの間のスペクトル差に基づいて、GOP等化フィルタが計算される。すなわち、「ゴールド符号」GOPと受信したGOPとの間のスペクトル差が比較され、等化フィルタを計算するために使用されることで、これらのGOP間のスペクトル差があるしきい値レベルを下回るレベルまで下げられる。次いで、ルーチン600はステップ614に進み、計算されたGOP等化フィルタは受信したGOPに適用される。

【0069】

次いで、ルーチン600はステップ616に進み、さらにGOPを処理する必要があるか否かの質問がなされる。ステップ616での質問の答えがYESであれば、ルーチンはステップ614に進み、コンピュータフィルタは次のGOPに適用される。任意に、ルーチンはステップ612に進み、処理すべき次のGOPにスペクトル分析と比較関数を実行して、新しいGOPの等化フィルタが計算される。ステップ616の質問の答えがNOであれば、ルーチン600はステップ618に進み、終了する。

【0070】

ステップ610の質問の答えがNOであれば、ルーチン600はステップ620に進み、「ゴールド符号」トレーニングシーケンスと受信した圧縮映像情報ストリーム内のフレームタイプ間のスペクトル変動が処理される。すなわち、ゴールド符号トレーニングシーケンス内のPフレームと受信した映像情報ストリーム内のPフレーム間のスペクトル変動が比較される。同様に、IフレームとBフレーム間のスペクトル変動が比較されてもよい。次いで、ルーチン600はステップ622に進む。

【0071】

ステップ622では、フレームスペクトル差に基づいた1以上のフレームタイ

ブ等化フィルタが計算される。すなわち、例えば、ゴールド符号トレーニングシーケンスのPフレームと受信情報ストリームのPフレームとの間のスペクトル変動を使用して、受信情報ストリーム内のPフレームに適用される場合、スペクトル変動をあるしきい値レベルを下回るレベルまで下げる等化フィルタを計算する。ある特定のものになされるフィルタ選択は、GOP内の特定のフレームよりも前のIフレームおよびPフレームの数に関係する。例えば、予測誤差がGOP内の後のフレームに伝播するにつれて予測誤差の大きさが増大するため、GOP内の後のフレームに利用されるフィルタは、これに対応させて大幅に基の信号を変化させるように選択される。次いで、ルーチン600はステップ624に進む。

【0072】

ステップ624では、ステップ622で計算されたフレームタイプのフィルタは、受信されたGOP内の各適切なフレームに適用される。次いで、ルーチン600はステップ626に進み、さらなるフレームの処理が必要か否かの質問がなされる。ステップ626での質問の答えがNOであれば、ルーチンはステップ630に進み、終了する。ステップ626での質問の答えがYESであれば、ルーチンはステップ628に進み、処理用の次のステップが選択されて、ステップ624に進み、ステップ622で計算された適切なフレームタイプフィルタに応じて選択されたフレームがフィルタリングされる。すなわち、選択される次のフレーム（すなわち、Iフレーム、PフレームまたはBフレーム）は、ステップ622で予め計算されたIフレームスペクトル等化フィルタ、Pフレームスペクトル等化フィルタまたはBフレームスペクトル等化フィルタに応じてフィルタリングされる。

【0073】

本発明の上述した実施形態は、処理する全GOPを十分に格納できるメモリリソースを有するデコーダに関するものである。しかしながら、メモリ抑制が全GOP構造の格納と処理を妨げる場合、本願発明者等は、上述したブリージングアーチファクトを低減する方法をいくつか考案した。

【0074】

メモリが抑制されたデコーダに関する本発明による第1の方法では、GOP内

の1枚のフレームが「忠実度参照」フレームとして選択される。GOP内の他のフレームは、必要に応じて、劣化または強化されて、忠実度参照フレームのしきい値レベル内にある忠実度のレベルに合わせる。この方法を図7に関して以下にさらに詳細に記載する。

【0075】

メモリが抑制されたデコーダに関する本発明による第2の方法では、予め復号されたGOPの特性を用いて、現在復号されているGOPを適応させる。すなわち、第1のGOPの特性は、GOPが処理されるときに決定され格納される。例えば、GOP構造自体、GOPで利用される量子化レベルおよびこのような他の忠実度に関連するパラメータが格納される。第1のGOPに関して決定され格納されたパラメータを利用して、第1のGOPに続く第2のGOPが処理される。これらのパラメータは、一般に、例えば、共通のシーンを表す画像を含むGOP間ではあまり変化しないため、仮定は有用である。さらに、シーンが変化する場合でも、第1のシーンの最後のGOPと第2のシーンの最初のGOPとの間に任意の忠実度の差があっても、実際のシーンの変化では認知できないであろう（すなわち、シーンの変化により生じる視覚的断続性が大きいと、GOPパラメータの予測が不正確であることから生じるブリージングアーチファクトを消す傾向がある）。メモリが抑制されたデコーダに関する本発明によるこれらの方法は、GOPを復号する前に受信する全GOPを待つ必要がないという利点を有する。

【0076】

図7は、メモリが抑制されたデコーダの状態でブリージングアーチファクトを低減するのに適した本発明による劣化等化ルーチン700の流れ図を示す。ルーチン700は、例えば、図2のビデオデコーダ210が圧縮映像情報ストリームINの受信を開始したときに、ステップ702で始まる。次いで、ルーチン700はステップ704に進み、GOPの一部がメモリに格納される。さらに詳しく言えば、少なくとも1枚の所定の参照フレーム（例えば、最初のIフレーム後の第1のアンカフレーム）を含むGOPの一部がメモリに格納される。この替わりとして、所定の参照フレームのみがメモリに格納される。次いで、ルーチン700はステップ706に進む。

【0077】

ステップ706では、格納される参照フレームは、例えば、量子化ステップサイズ、GOP内の位置、フレームタイプおよびその他のパラメータを示すことによって前述した方法で特徴化される。参照フレームを特徴化することによって、適切な忠実度のベースラインレベルが得られて、GOP内の他のフレームの強化および／または劣化を達成する。すなわち、選択した参照フレームよりも忠実度がかなり大きいIフレームの場合、Iフレームと選択した参照フレーム間の忠実度の差があるしきい値レベルよりも下のレベルまで下がるように、少し忠実度を劣化させるように処理される。同様に、選択された参照フレームの忠実度レベルが、例えば、GOP内の1以上のBフレームよりもかなり高ければ、Bフレームは、忠実度の増大が明らかになるようにフィルタリングされる。例えば、Bフレームは、デコーダ内の半ピクセル補間により誘導される低域パスフィルタリングのオフセットを促進するように高周波で強化されてもよい。次いで、ルーチン700はステップ708に進む。

【0078】

ステップ708では、参照フレームの特徴化されたパラメータに従って、GOP内のフレームが処理される。さらに詳しく言えば、ステップ708では、参照フレームと共に格納された任意のフレームが、ステップ706で決定された参照フレームの特徴に従って、選択的に強化または劣化される。次いで、ルーチン700はステップ710に進み、GOP内にさらに処理する必要があるフレームがあるか否かの質問がなされる。

【0079】

ステップ710での質問の答えがYESであれば、ルーチンはステップ716に進み、ステップ706で決定された参照フレームの特徴に従って、GOP内の次のフレームが処理される。次いで、ルーチン700はステップ710に進む。

【0080】

ステップ710での質問の答えがNOであれば、ルーチンはステップ712に進み、さらにGOPを処理する必要があるか否かの質問がなされる。ステップ712での質問の答えがNOであれば、ルーチン700はステップ714に進み、

終了する。ステップ712での質問の答えがYESであれば、ルーチン700はステップ704に進み、次のGOPに対してルーチン700が繰り返される。GOP毎の特徴が比較的ゆっくりと変化する（シーンのカット等の場合を除く）ため、前のGOPからの特徴化された参照フレームを用いて、次のGOPが任意に処理されてもよい。

【0081】

本発明の別の実施形態では、前のGOPの平均的な統計上の測定に従って、各GOPが処理される。すなわち、各GOPは、GOPが処理されるときに上述した1以上の技術を用いて特徴化される。この特徴化の結果は、次のGOPを処理するために用いられる。このようにして、必要なメモリ量は大幅に減る。さらに、潜在的なGOP間の忠実度誤差が1つのGOP内で修正されるため、あるシーンの最後のGOPと次のシーンの最初のGOPとの間にブリージングアーチファクトがあるとしても、ほとんど存在しない状態となるであろう。

【0082】

本発明の別の実施形態では、ブロック毎の単位で復号された映像ストリームに誤差修正および／または等化が行われる。ブロックレベルで処理を行うと、等化プロセスの制御が非常に強化されるという利点がある。例えば、高域パスフィルタリングは、半ピクセル補間を使用したブロックに適切に適用されるが、整数の動きベクトルを有するブロックには適用されない。整数の動きベクトルを有するブロックは、一般に、前述した半画ピクセル誤差成分を含まないため、等化高域フィルタリングが保証する前述した低域パスフィルタリングでは劣化されない。さらに、ブロック毎に処理を行うと、等化処理の制御能力が高まるため、例えば、ブロックに対して行う等化または修正が量子化ステップを超えないことにより、結果的に得られる画像に過度のゆがみが導入されない。

【0083】

最後に、デコーダにより復号されるオリジナル参照フレームの「コピー」が格納されて参照として使用されて、1量子化ステップ等、所望の最大レベルにドリフトするのを制限してもよいことに留意されたい。

【0084】

従って、本発明の一実施形態では、「強化」された参照フレーム（すなわち、最大忠実度レベルを有するブロックからなる参照フレーム）が、修正情報を「オリジナル」または「名目上」の参照フレームに与えることで形成される。次いで、強化された参照フレームは、オリジナル参照フレームと共に格納される。ブリーディングアーチファクトが生じないように修正がなされる度に、その修正を調べて、修正自体が新しいアーチファクトを導入しないようにすることが望ましい。これは、強化参照フレームとオリジナル参照フレーム間の差を、この差のDCTが計算されたときの1量子化ステップよりも小さいものに制限して行われてもよい。従って、本発明の一実施形態では、強化参照フレーム内のブロック（すなわち、「修正」されたブロック）とオリジナルフレーム内の対応するブロック間の差のDCTが計算される。この差がしきい値レベル、例えば、1量子化ステップを超えるならば、オリジナルブロックが使用されるか、もしくは、任意に、修正されたマクロブロックが再処理される。さらに、強化されたブロックに行う修正を制御するこのプロセスは、非参照フレームに対して使用される。

【0085】

図8は、本発明によるブロックレベルの修正制御ルーチンの流れ図を示す。ルーチン800は、ステップ802で始まり、ステップ804に進み、ブロックまたはマクロブロックが修正される。次いで、ルーチン800はステップ806に進み、修正されたマクロブロックまたはブロックは、対応する未修正のマクロブロックと比較されて、異なる量を発生する。次いで、ルーチン800はステップ808に進み、修正および未修正のマクロブロックまたはブロック間の差に、離散コサイン変換（DCT）が実行される。次いで、ルーチン800はステップ810に進み、ステップ808で実行されたDCTの量子化ステップサイズが1よりも大きいかなの質問がなされる。ステップ810の質問の答えがNOであれば、ルーチンはステップ812に進み、終了する。ステップ810の質問がYESであれば、ルーチンはステップ814に進み、ブロックまたはマクロブロックが再処理されるべきかなの質問がなされる。

【0086】

ステップ814での質問の答えがYESであれば、ルーチン800はステップ

804に進み、ブロックまたはマクロブロックは再処理または再修正される。ステップ804での再処理または再修正は、DCT量子化ステップサイズのさらなる除法とステップ808で形成されるDCT情報を利用する。

【0087】

ステップ814での質問の答えがNOであれば、ルーチン800はステップ816に進み、修正されたマクロブロックの代わりに未修正のブロックまたはマクロブロックが使用される。次いで、ルーチン800はステップ812に進み、終了する。

【0088】

本発明の別のブロックベースの実施形態は、図3または図4に関して上述したものに類似しているが、個々のブロックに対して相対劣化レベルが決定され、個々のブロックが、量子化および／または半ピクセル予測劣化を行って処理される点異なる。

【0089】

本発明の別のブロックベースの実施形態は、図7に関して上述したものに類似しているが、例えば、ある特定のフレームタイプまたはイントラGOPフレーム位置でのブロックの平均忠実度レベルに合うようにブロックが処理される点異なる。

【0090】

本発明の一実施形態では、修正フィルタは、エンコーダで計算され、符号化された映像ストリームと共にデコーダに伝送される。修正フィルタは、補助ストリーム、強化層ストリームからなるか、またはユーザーデータフィールド内に含まれてもよい。デコーダは、修正フィルタデータを受信、利用して、前述したものと同様の方法でピクチャをフィルタリングして強化する。しかしながら、この実施形態では、エンコーダが修正ファクタを計算する役割があるため、修正ファクタは非常に正確なものとなる。エンコーダが与える修正ファクタを利用しないデコーダの場合には、修正量が比較的少なく（しかしながら、ブリージングアーチファクトを減衰させるには十分な量）、それを利用しないデコーダでも受信した圧縮映像ストリームを復号できる。

【0091】

本発明は、コンピュータ実行処理およびこれらの処理を行う装置の形態で実施可能である。また、本発明は、フロッピーディスク、CD-ROM、ハードドライバ、または他の任意のコンピュータ読取り可能な記憶媒体等、有形の媒体で具体化されるコンピュータプログラムの形態で実施可能であり、この場合、コンピュータプログラムコードがコンピュータにロードされて実行されると、コンピュータは本発明を実施する装置となる。また、本発明は、例えば、記憶媒体内に格納されるか、コンピュータへのロードおよび／またはコンピュータにより実行されるか、または電気ワイヤやケーブル、光ファイバや電磁放射等の何らかの伝送媒体で伝送されて、コンピュータプログラムコードの形態で実施可能であり、この場合、コンピュータプログラムコードがコンピュータにロードされて実行されると、コンピュータは本発明を実施する装置となる。汎用マイクロプロセッサで実行される場合、コンピュータプログラムコードのセグメントは、マイクロプロセッサを構成して、特定の論理回路を形成する。

【0092】

本発明の教示を組み入れたさまざまな実施形態を本願明細書に詳細に示し記載してきたが、当業者であれば、これらの教示を組み合わせた他の多くの変更実施形態を容易に考案可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1A】

グループオブピクチャ（GOP）内の映像忠実度と関連する1以上のパラメータの相対的なフレーム毎の劣化を示すグラフである。

【図1B】

グループオブピクチャ（GOP）内の映像忠実度と関連する1以上のパラメータの相対的なフレーム毎の劣化を示すグラフである。

【図1C】

グループオブピクチャ（GOP）内の映像忠実度と関連する1以上のパラメータの相対的なフレーム毎の劣化を示すグラフである。

【図2】

本発明によるMPEG的デコーダの実施例を示す図である。

【図3】

映像信号のブリージングアーチファクトを低減する本発明による劣化等化ルーチンを示す図である。

【図4】

本発明による劣化等化ルーチン400を示す図である。

【図5】

本発明によるGOP等化ルーチンを示す流れ図である。

【図6】

本発明による劣化等化ルーチンを示す流れ図である。

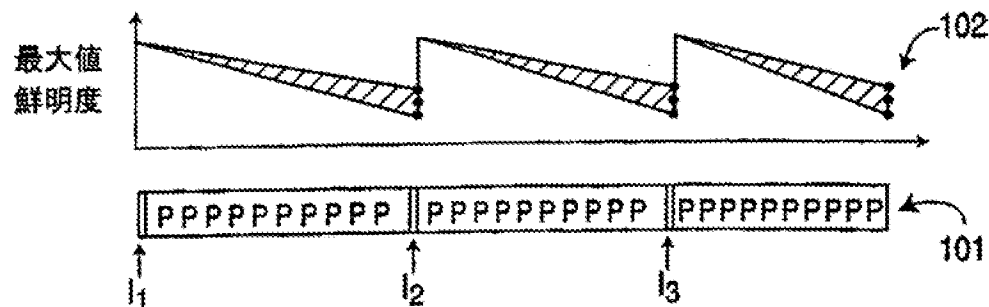
【図7】

デコーダのメモリが制限された状況でブリージングアーチファクトを低減することに適した本発明による劣化等化ルーチンを示す流れ図である。

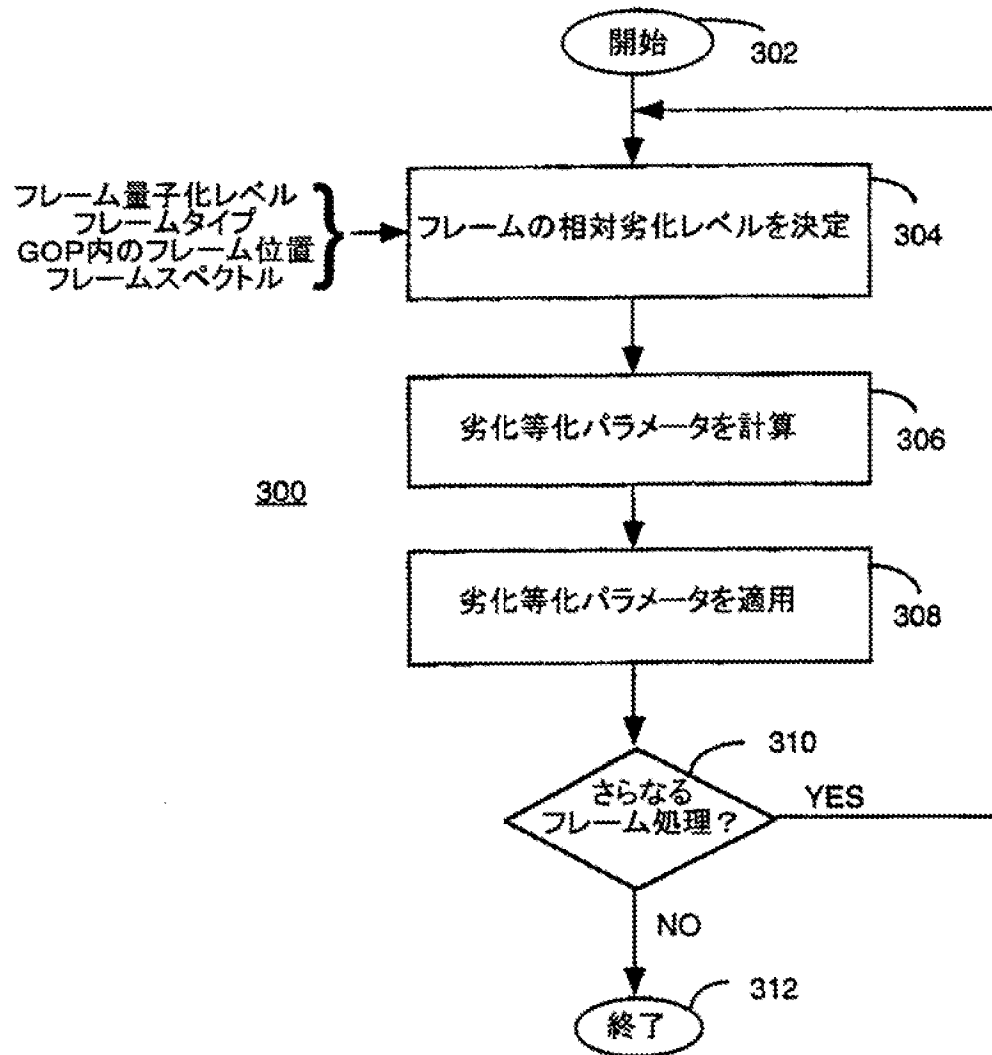
【図8】

本発明によるブロックレベル訂正制御ルーチンを示す流れ図である。

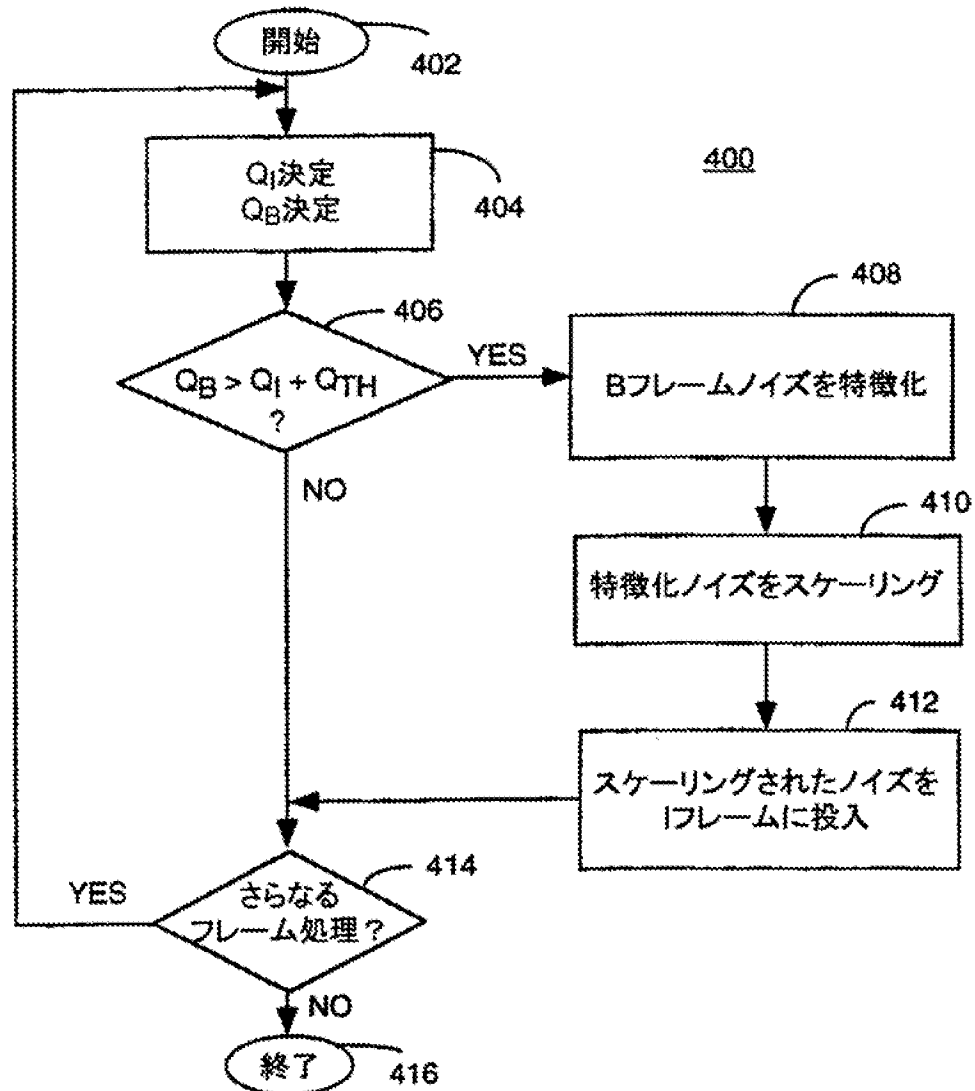
【図1A】



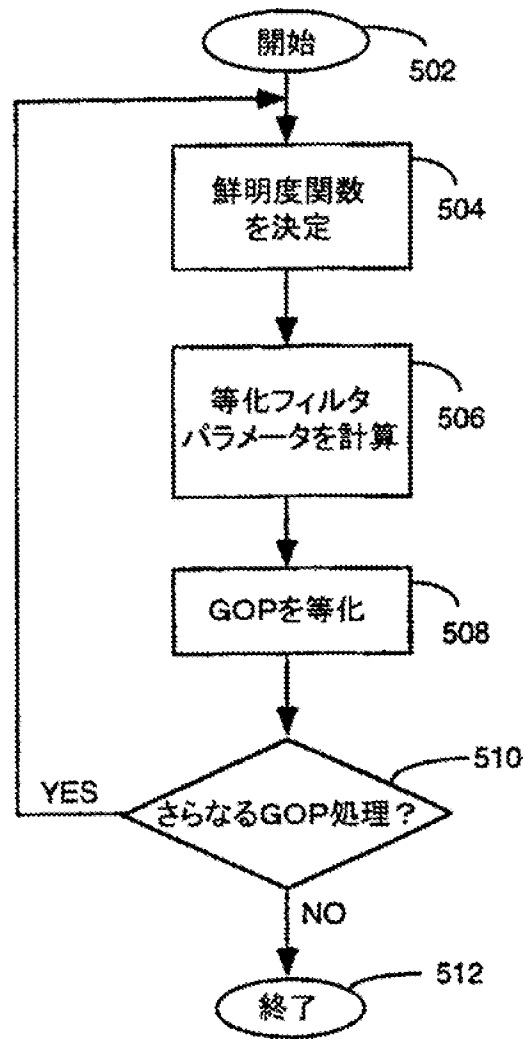
【図3】



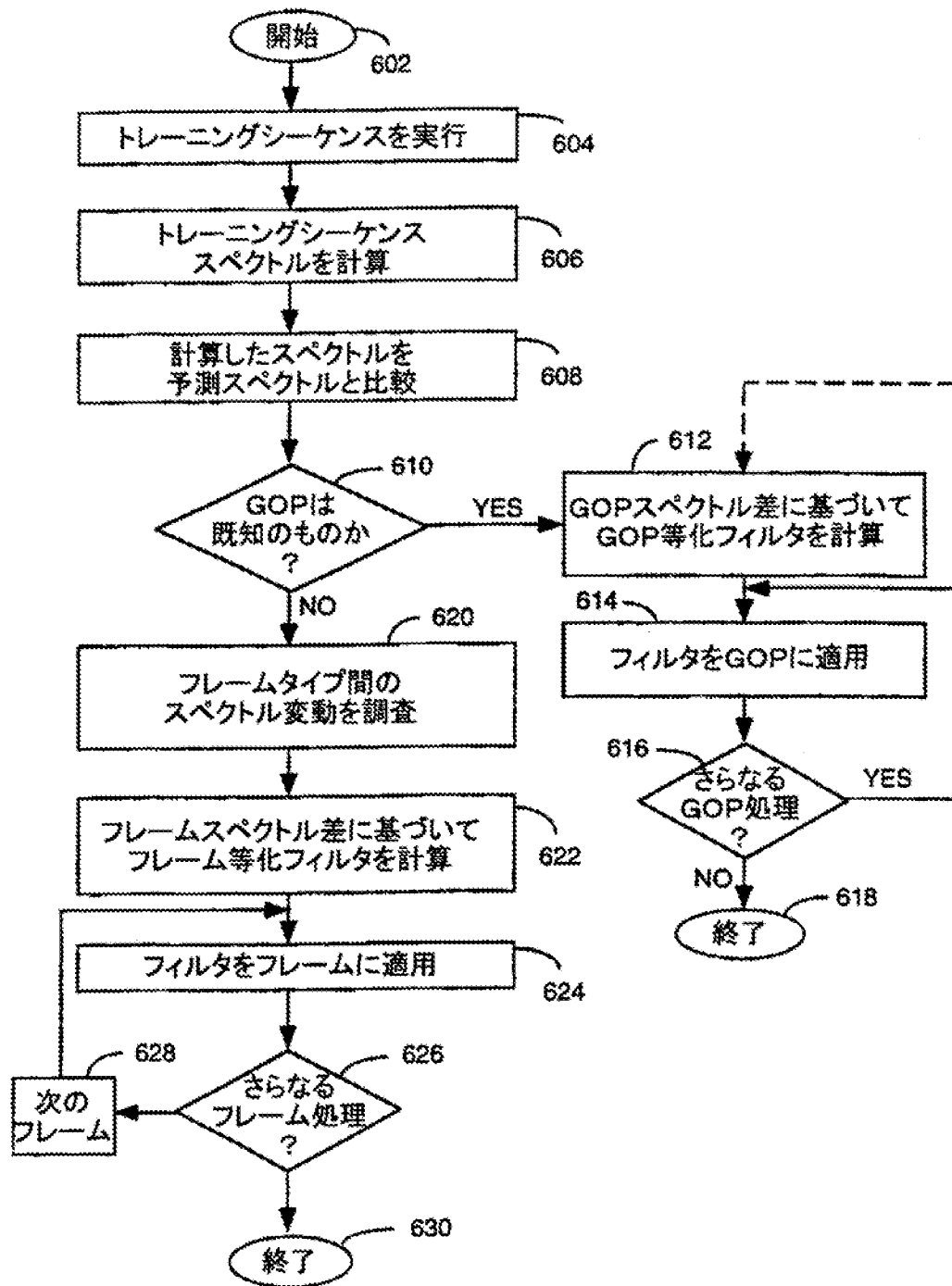
【図4】



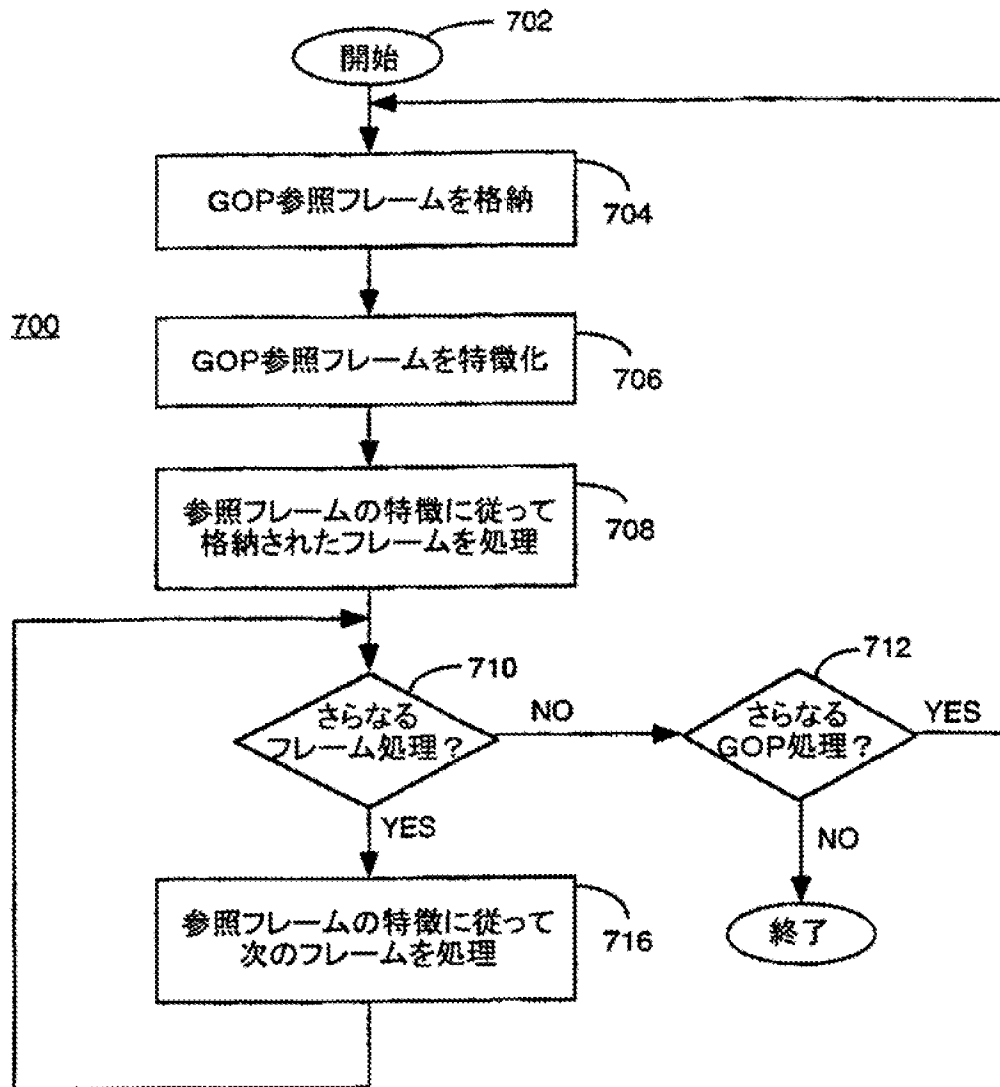
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

